

⑫ 公開特許公報 (A)

平4-162584

⑮ Int. Cl. 5

H 01 S 3/18

識別記号

府内整理番号

9170-4M

⑯ 公開 平成4年(1992)6月8日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ素子の製造方法

⑫ 特 願 平2-288093

⑫ 出 願 平2(1990)10月24日

⑬ 発明者 細田 昌宏 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内⑬ 発明者 高橋 向星 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内⑬ 発明者 菅 康夫 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内⑬ 発明者 角田 篤勇 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内

⑭ 出願人 シヤープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

⑮ 代理人 弁理士 梅田 勝 外2名

最終頁に続く

明細書

素子の製造方法。

1. 発明の名称

半導体レーザ素子の製造方法

3. 発明の詳細な説明

<産業上の利用分野>

本発明は半導体発光素子、特に $(Al_yGa_{1-y})_xIn_{1-x}P$ ($x \sim 0.5$, $0 \leq y \leq 1$)を活性層とする可視光半導体レーザの高出力化のための素子構造及びその製造方法に関するものである。

<従来の技術>

近年 GaAs 基板に格子整合する $(Al_yGa_{1-y})_xIn_{1-x}P$ ($x \sim 0.5$, $0 \leq y \leq 1$)結晶を用いた半導体レーザ素子は 600 nm 帯の波長領域が得られるため広く利用されている。光情報処理装置等の光源として波長が短いことは光スポットを小さく絞ることができるため記録密度向上の点から有利である。また、高速化の点からは数十 mW クラスの高出力レーザが要求されている。しかし一般に、半導体レーザを高出力で動作させる場合、共振器端面での劣化が発生することが知られている。即ち、光出射面における半導体結晶の表面単位に注入されたキャリアが捕獲されるため(非発光再

2. 特許請求の範囲

1. 基板上に、一对のクラッド層に挟まれ、V族元素として磷を含むⅢ-V族化合物半導体からなる活性層とを含む多層積層構造が形成され、該多層積層構造上にV族元素として砒素を含むⅢ-V族化合物半導体からなる保護層が形成されてなる半導体レーザ素子の製造方法であって、上記保護層を形成した後、半導体レーザ素子の光出射領域を活性層下部のクラッド層が露出するまでエッチング除去する工程と、

半導体レーザ素子が形成されている基板を分子線エピタキシャル装置に載置し、前記基板を加熱しながら砒素分子線を照射した後、前記エッチング除去された光出射領域に、V族元素として砒素を含み、レーザ光に対して透明なⅢ-V族化合物半導体層を積層する工程と、

を有してなることを特徴とする半導体レーザ

結合過程)、局部的な発熱を生ずる。そしてこの発熱によって光出射面の温度が上昇し、この領域の禁制帯幅が縮小し、レーザ光の波長に対する光吸收が増加し、それにより発生したキャリアがさらに非発光再結合過程を生ずる。この非発光再結合→温度上昇→光吸收増加のサイクルが繰り返されることにより最終的には光出射領域の結晶が溶融し劣化、破壊に至る(光学損傷)。

上記の問題を解決する手段として発光端面部に発振波長に対し透明な窓領域を設け光吸収を避ける方法がある。1つには屈折率導波路形成法として知られている活性層両側の埋め込み技術を共振器端部に適用するものである。もう1つは活性層ストライプ領域の端面近傍部に不純物を拡散し内部(励起領域)と端部(窓領域)のエネルギーギャップを作る方法である。この2つめの方法を第6図を用いて説明する(H. Yomezu et al. IEEE J Quantum Electron. QE-15 755(1979))。この構造ではn-AlGaAs活性層を有するDHレーザの上部よりZnを共振器内部に拡散し、こ

れに良好なpn接合を得るためにZn拡散深さを厳密に制御しなければならず、量産性において大きな障害となる。

〈課題を解決するための手段〉

ところで発明者らは、AlGaInP結晶上にAlGaAsをMBE法によって成長した場合成長条件によってはその界面が高抵抗化することを見い出した。この現象はMBE法では分子線の切り換えをシャッタの開閉で行うがV族分子線(P, As等)は、その応答が悪いため界面で成長停止状態が発生することに起因している。例えば第4A図及び第4B図(I)乃至(V)に示すような成長プロセスを考える。この場合第4B図(I)に示す第4A図(I)の領域ではⅢ族分子線及びP分子線が基板に照射されているためトイキオメトリ(化学量論的組成)の良い結晶(例えばAlGaInP)が成長している。次にAlGaAs結晶を成長するためⅢ族P分子線のシャッタを閉じる。またPセルの温度を下げる。P分子線はシャッタによる急峻な切り換えができないため、しばらくはP分子線が残ってい

る部分の活性層をp型に変換している。n-AlGaAs結晶の方がp-AlGaAs結晶より実効的バンドギャップが大きい。つまり発振波長に対して透明なウインド領域となり光学損傷が抑制される。

〈発明が解決しようとする課題〉

1つめの従来例では埋め込み成長領域に導波路が無いかあるいは形成されていても埋め込み成長層界面の位置合せが困難ある。例えばLPE法では第7図に示すように内部の活性層と埋め込み部分の導波層の高さがずれ、結合損失が大きくなる。又、MOCVD法で埋め込む場合も同様に端面へのまわり込みによる成長があるため結合損失が生ずる。また、いずれの場合でも埋め込み領域に電流阻止構造を設けなければこの部分で無効電流が生じ駆動電流が上昇するなど特性の悪化を招く。電流阻止構造を作りつけようするとプロセスが増え量産性等の低下を引き起こす。

また2つめの従来例では、端面部への拡散を防ぐためにSiO₂マスクを利用しているが、マスクの形成やZn拡散といった工程が増える。さら

る。ところでPは蒸気圧が高いため第4B図(I)(III)(V)に示す第4A図(I)(III)(V)の段階では結晶からP原子が離脱し基板表面近傍ではトイキオメトリから離れた領域が形成される。次にAs系結晶(例えばAlGaAs)を成長するためAsセルの温度を上昇させてゆくとAs分子線が基板に到達し始める。この時As原子の一部がP原子と置き換わり変成層が形成される(V)。第4B(V)に示す第4A図(V)の段階になるとⅢ族及びAsのシャッタが開き、分子線が照射されAs系結晶の成長が始まる。この時P系結晶とAs系結晶の間に上述の変成層が残りこの領域が高抵抗層となる。第5図にこの部分のI-V特性を示す。

本発明では上記のMBE法での現象を利用して端面領域に発振波長に対し透明な窓層を設けることを特徴としている。すなわち最上層にAlGaAs結晶を有するAlGaInP系DH構造の共振器端面に相当する部分を下部AlGaInPクラッド層が露出するまでエッチングし、しかる後このエッチングした領域を発振波長に対し透明な組成を有する

$\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 結晶を MBE 表面によって埋め込むものである。この埋め込まれた部分は P 系材料上への $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ 成長であるため先に述べたように界面が高抵抗化し無効電流は抑制される。一方内部の励起領域は As 系材料上へ成長であり高抵抗化は生じない。

<作用>

本発明によれば $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{In}_y\text{P}_{1-y}$ 系可視光半導体レーザ素子の窓構造において拡散や電子阻止構造の作り込みを行うことなく無効電流のない透明領域を形成することが可能となり、素子の高出力化が図れまた量産性の向上にも寄与できる。さらに本発明は窓領域の成長に層厚制御性に優れ、また側面部への回り込み成長が無い MBE 法を用いているため窓領域への導波路形成も容易に行え、素子の放射特性等の高性能化を図ることが可能である。

<実施例>

以下に本発明による実施例を図面を参照しながら説明する。

第 1 図は本発明の第 1 の実施例の共振器に沿っ

$-\text{Al}_{0.55}\text{Ga}_{0.45}\text{As}$ 窓層 15, p - GaAs 保護層 14 を通してキャリアが注入される。一方 p - $\text{Al}_{0.55}\text{Ga}_{0.45}\text{As}$ 窓層 15 と下部クラッド層 11 や上部クラッド層 13 の界面 31, 32 では変成層による高抵抗化のためキャリアの注入は行なわれない。その後電極等の蒸着を行った後第 2 図(c)にある X-X' 面でへき開を行えば光出射端面が光吸収の無い長さ $10 \mu\text{m}$ の窓層でおおわれたウインドレーザが得られる。

次に第 2 の実施例を第 8 図を用いて説明する。第 1 の実施例と同様 DH 構造を横断後下部クラッド層に達するまで溝(長さ $30 \mu\text{m}$)を形成する。次いで MBE 装置中で基板温度 650°C で p - $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第 1 埋込層 17, p - $\text{Al}_{0.55}\text{Ga}_{0.45}\text{As}$ 第 2 埋込層 18, p - $\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}$ 第 3 埋込層 19、及び p - GaAs コンタクト層 16 を成長する。この埋込層は屈折率差を有しており層厚方向に導波路が形成される。この場合溝部分は RIBE 法で形成しているため側面は垂直になってしまおり MBE 法による成長ではこのような垂直面

を断面を示したもので第 2 図はその製造工程を示したものである。まず n - GaAs 基板 10 上に n - ($\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}$)_{0.5} In_{0.5} P 下部クラッド層 11, Ga_{0.5} In_{0.5} P 活性層 12, p - ($\text{Al}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}$)_{0.5} P In_{0.5} P 上部クラッド層 13, P - GaAs 保護層 14 を横断し DH 構造を形成する(a)。次に RIBE (Reactive Ion Beam Etching) 法により光出射端面に相当する部分 20 を長さ $20 \mu\text{m}$ にわたり下部クラッド層に達するまで掘り込む(b)。次いでこのウエハを MBE 装置に導入し As 分子線を照射しながら基板温度 660°C まで加熱する。この時、先に述べたように露出した下部クラッド層 31 や下部クラッド層の側面 32 で P 原子と As 原子の置換が生じ変成層が形成される。しかし GaAs 保護層表面 33 では置換が無いため変成層は形成されない。しかる後発振波長に対し透明な p - $\text{Al}_{0.55}\text{Ga}_{0.45}\text{As}$ 窓層 15 を溝 20 が埋まるまで成長し、p - GaAs コンタクト層 16 を積層する。このようなプロセスを経ることによって内部の励起領域では p - GaAs コンタクト層 16, p -

への成長は生じない。又 MBE 法は層厚制御性に優れており内部活性層 12 と導波層(第 2 埋込層) 18 を一致させることは容易である。このような構造をとることによって窓領域にも導波構造を作り込むことができる所以レーザの光学的特性が向上する。尚、この場合コンタクト層 16 上に第 1 埋込層 17'、第 2 埋込層 18' が形成するが素子特性上何ら問題ない。

尚実施例では、共振器方向に沿った領域の構造を示したが横方向の導波構造は何ら限定されるものではない。例えば出射端面の溝を形成する時同時に横方向も掘り込むことによって埋め込み構造が形成される。又、構成材料も V 族元素として P を含む結晶上へ As 系結晶を成長する構造であれば広く適用できる。

また、埋込成長時に As 分子線照射で P 原子と As 原子の置換を行った後再度 V 族分子線を切換えて P 系結晶を成長しても P 原子と As 原子の蒸気圧の差から窓領域の変成層はそのまま維持されるため本発明の効果は保たれる。従って発振波長に

対し透明な AlGaN_xP 層を成長することが可能である。さらに実施例では励起領域をダブルヘテロ構造として説明したが本発明の主旨を考えれば、この領域はガイド層を挿入することや G R I N (graded in depth) 構造とすることも可能であることは明らかである。

<発明の効果>

以上述べてきたように本発明によれば M B E 成長の特徴を利用していいるため窓層の成長と同時に電流阻止構造も形成することができ高出力化に必要な窓構造レーザを容易に得ることができる。

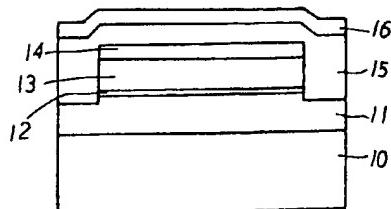
4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の第 1 の実施例の共振器断面図。第 2 図 (a) 乃至 (c) は、第 1 の実施例の製造工程を示す図、第 3 図は、本発明の第 2 の実施例の共振器断面図、第 4 A 図、及び第 4 B 図 (I) 乃至 (V) は、M B E 法において V 族分子線切換時に生ずる現象を示す概略図、第 5 図は変成層の有無における I - V 特性の一例を示す図、第 6 図は、窓レーザの原理及び従来例を示す図、第 7 図は L P E 法

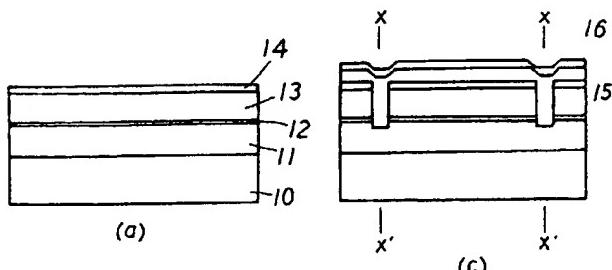
により窓層を形成した場合の概略図である。

10 … n - GaAs 基板	11 … 下部クラッド層
12 … 活性層	13 … 上部クラッド層
14 … p - GaAs 保護層	15 … 窓層
16 … コンタクト層	17 ~ 19 … 窓層

代理人 井理士 梅田 勝 (他 2 名)

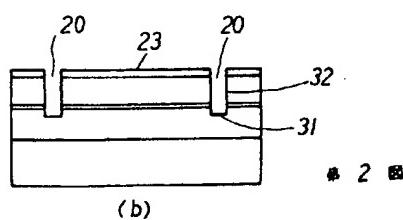


第 1 図

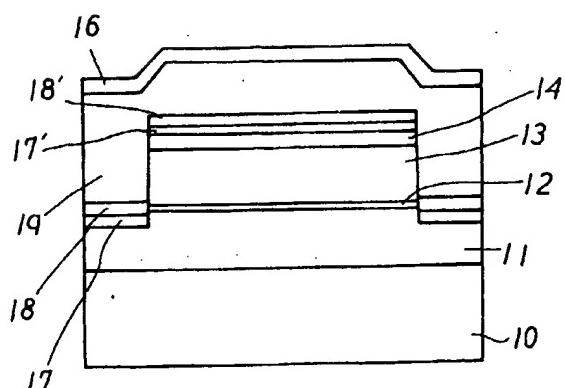


(a)

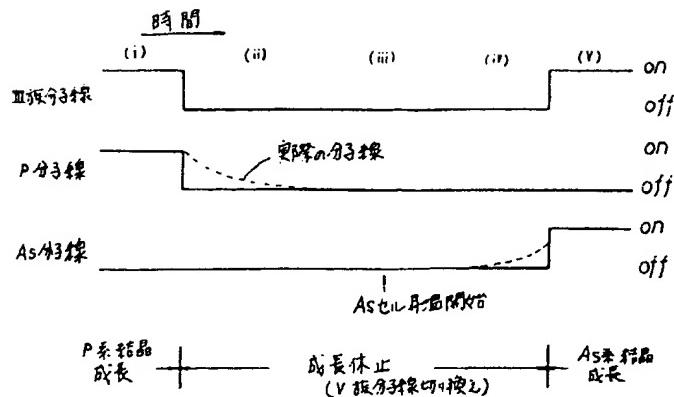
(c)



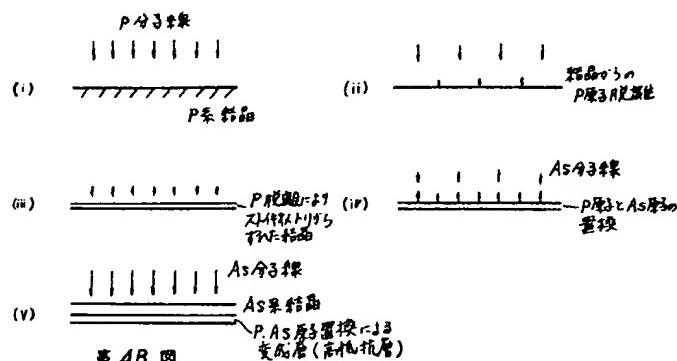
(b)



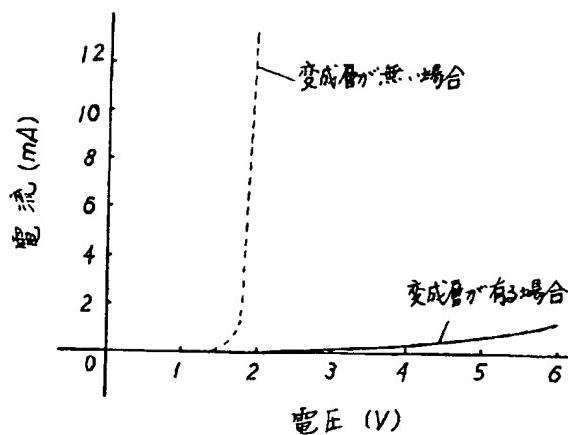
第 3 図



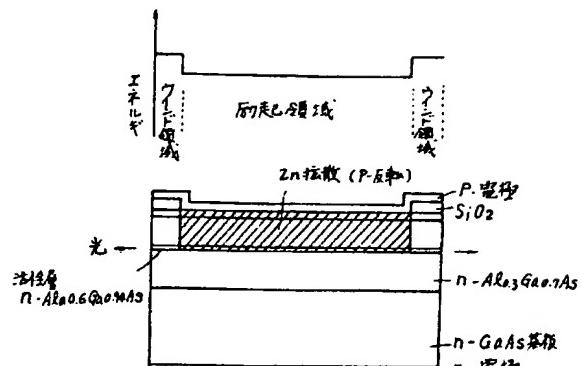
第4A図



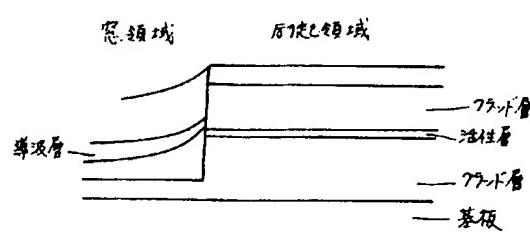
第4B図



第5図



第6図



第7図

第1頁の続き

②発明者 谷 健太郎 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内
②発明者 松井 完益 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シヤープ株式会社
内

CLIPPEDIMAGE= JP404162584A
PAT-NO: JP404162584A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04162584 A
TITLE: MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT

PUBN-DATE: June 8, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
HOSODA, MASAHIRO
TAKAHASHI, KOUSEI
SUGA, YASUO
TSUNODA, ATSUISA
TANI, KENTARO
MATSUI, KANEKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHARP CORP	N/A

APPL-NO: JP02288093

APPL-DATE: October 24, 1990

INT-CL_(IPC): H01S003/18

ABSTRACT:

PURPOSE: To enhance the output of an element and to improve mass productivity by etching a part corresponding to the end of a resonator of an AlGaInP DH structure having an AlGaAs crystal on an uppermost layer until a lower AlGaInP clad layer is exposed, and then burying the etched region with the AlGaAs crystal having transparent composition for an oscillation wavelength by an MBE method.

CONSTITUTION: An n-type (Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P lower clad layer 11, a Ga_{0.5}In_{0.5}P active layer 12, a p-type (Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}PIn_{0.5}P upper clad layer 13, and a P-type GaAs protective layer 14 are laminated on an

n-type GaAs substrate 10 to form a DH structure, and a part 20 corresponding to a light emitting end face is dug so as to reach the lower clad layer. Then, this wafer is introduced into an MBE unit, and heated while irradiating it with an As molecular beam. In this case, P atoms are substituted with As atoms at the exposed lower clad layer 31, the side face 32 to form a modified layer. Then, a p-type Al_{0.55}Ge_{0.45}As window layer 15 transparent for an oscillation wavelength is grown until a groove 20 is buried, and a p-type GaAs contact layer 16 is laminated.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&Japio